

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-317346

(43) 公開日 平成11年(1999)11月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
 H 0 1 L 21/027  
 G 0 3 F 7/20  
 G 2 1 K 5/02

識別記号

5 0 2

F I

H 0 1 L 21/30

G 0 3 F 7/20

G 2 1 K 5/02

5 0 9

5 0 2

Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-136153

(22) 出願日 平成10年(1998)4月30日

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(71) 出願人 59103/719

畑村 洋太郎

東京都文京区小日向2丁目12番11号

(72) 発明者 畠山 雅規

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株

式会社荏原総合研究所内

(72) 発明者 一木 克則

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株

式会社荏原総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 渡邊 勇 (外2名)

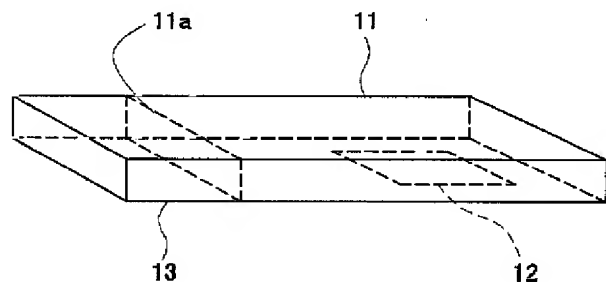
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微細パターンの形成のための装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 光の波長以下のサイズの微細パターンを有する半導体LSIを簡単に且つ低コストで量産可能な製造方法、及び光の波長以下のサイズの微小領域の情報を読み書き可能な光磁気ディスク装置のヘッド及び記録媒体を提供する。

【解決手段】 光の波長以下の微細サイズのパターンを備えたマスク12を用いて、エバネッセント場17を利用した露光を行うことにより、マスクのパターンを半導体ウエハ15に塗布したレジスト16に転写する工程を含む。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 光の波長以下の微細サイズのパターンを備えたマスクを用いて、エバネッセント場を利用した露光を行うことにより、前記マスクのパターンを半導体ウエハに塗布したレジストに転写する工程を含むことを特徴とする半導体LSIの製造方法。

【請求項2】 光の波長以下の微細な凹凸からなるパターンを備えた転写体を用いて、該転写体のパターンを半導体ウエハに塗布した半固体材料に押圧して該半固体材料に凹凸パターンを形成し、該凹凸パターンをマスクとして前記半導体ウエハにエッチング加工を行う工程を含むことを特徴とする半導体LSIの製造方法。

【請求項3】 エバネッセント場を用いて形成された記録信号ピットを備えたことを特徴とする光情報記録ディスク。

【請求項4】 光の波長以下のサイズの光の透過又は反射特性が異なるパターンを備えた記録基板と、該記録基板に光線を入射する光源と、前記記録基板のパターン面に対向して配置された検出部とからなることを特徴とする光情報記録装置。

【請求項5】 光ファイバの先端を光の波長以下に尖鋭化し、該先端部に近接して位置する磁性層を磁化するための磁場発生用コイルを備えたことを特徴とする光磁気情報記録用のヘッド。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、微細パターンの形成のための装置及び方法に係り、特に光の波長以下の微細なサイズのパターンを形成可能な半導体LSIの製造方法、及び光磁気ディスク装置のヘッド部の構造及び記録媒体の製造方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】微細加工の代表例として、半導体基板上に微細パターンを形成するには、通常以下に述べる方法が一般的に用いられている。即ち、半導体基板上にホトレジストを塗布し、縮小投影露光法によりマスクパターンに従った投影パターンの光線をホトレジスト上に照射して露光する。このような露光方法によれば、最小線幅は光の回折現象により制限され、光の波長程度までの寸法の転写パターンを形成することが限界である。このため、パターンの微細化には使用する光線の波長を短波長化することが必要であり、現在水銀ランプ等によるg線（波長：436nm）、i線（波長：365nm）、KrFエキシマレーザ光（波長：248nm）、ArFエキシマレーザ光（波長：193nm）等が用いられ、微細な線幅の要求に従って使用する光の波長が短くなる傾向に進んでいる。しかしながら、このような光露光法を用いる限りにおいては、光の波長以下の寸法の線幅のパターンを転写することは、上述したように原理的に困難である。

【0003】そこで、最近エバネッセント場（近接場）を利用した微細パターンの形成方法が研究されている。エバネッセント場とは、光を透過する材料の表面に光の波長以下の微細な凹凸を設け、この凹凸表面に例えばホトレジストを塗布した基板を、その表面が前述の凹凸パターンの凸部に対して光の波長以下の位置に近接して配置することにより、その部分にエバネッセント場と呼ばれる電磁場が形成され、この電磁場を介して光が伝達される。このエバネッセント場は、凹凸部の表面から光の波長程度以上に離れると指数関数的に急激に弱くなるので、凹凸の段差を例えば数十nm程度にしておくことにより、主として凹凸パターンの凸部のみからホトレジストに光を伝達し、その光の伝達部分を露光することができる。このようなエバネッセント場によれば、露光されるホトレジストの線幅はマスクに設けられた凹凸部である微細パターンの寸法により決まってきて、光の波長に依存しない。このため、光の波長の限界を超えた微細なパターンを転写することが可能となる。

【0004】このようなエバネッセント場を利用した微細パターンの形成方法として、光ファイバの先端部を光の波長以下に尖鋭化したものを用いることが知られている。先端を光の波長以下に尖鋭化した光ファイバにレーザ光線を供給し、その先端をホトレジストを塗布した基板の表面に密着又は光の波長以下に極めて近接して配置することにより、その部分に近接場が生じ、光がその近接場を通して伝達し、ホトレジストが露光される。従って、光ファイバの先端部を光の波長以下の寸法に予め加工しておくことにより、光の波長以下の線幅のパターンを基板表面のホトレジストに露光することができる。そしてホトレジストを現像して、ホトレジストの露光部分をマスクとしてエッチングすることにより、基板上に光の波長以下の線幅の線を形成することが可能である。

【0005】しかしながら、係る加工方法によれば、近接場が形成されるのは光ファイバのプロープの先端部のみの点であるので、その露光パターンは一筆書きとならざるを得ない。このため、半導体集積回路等に使用される二次元パターンの形成に応用しようとする、プロープの先端を走査する必要があり、膨大な時間と複雑な機構を必要とすることになり、実質的に不可能である。

【0006】このため、微細パターンを有するマスクを用いて、二次元パターンを転写することが試みられている。即ち、ガラス材等の光透過性材料からなるプリズムを用いて、その下面に光の波長以下の微細な凹凸を有する微細パターンを形成したマスクを装着する。そして、この微細パターンのマスク部分のプリズム下面で光線が全反射するような角度で光を入射させ、プリズム下面により光を反射させる。そして、この微細パターンに光の波長以下に極めて近接してホトレジストを表面に塗布した基板を配置することにより、エバネッセント場が形成され、微細パターンに従った二次元パターンの露光を行

うことができる。即ち、レーザ光をプリズムの一斜面から入射して、微細パターンを有する面で入射光を全反射させ、プリズムのもう一つの斜面からレーザ光を大気中に取り出すように構成した光照射系を備え、この微細パターン面に基板表面のホトレジストを密着し、これによりエバネッセント場を生じさせ、露光パターンに従った光線をホトレジストに伝搬させて、光の波長以下の微細パターンを形成するようにしたものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述した事情に鑑みて為されたもので、光の波長以下のサイズの微細パターンを有する半導体LSIを簡単に且つ低コストで量産可能な製造方法、及び光の波長以下のサイズの微小領域の情報を読み書き可能な光磁気ディスク装置のヘッド及び記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、光の波長以下の微細サイズのパターンを備えたマスクを用いて、エバネッセント場を利用した露光を行うことにより、前記マスクのパターンを半導体ウエハに塗布したレジストに転写する工程を含むことを特徴とする半導体LSIの製造方法である。

【0009】上記本発明によれば、エバネッセント場を利用した露光が可能であるので、光の波長以下のサイズの微細パターンを半導体ウエハ上のホトレジストに容易に転写することができる。ここに用いられる露光装置は、近接場露光パターンを備えたマスクを使用するのみで、複雑な光学系などを必要としない。従って、装置構成が簡単であり、従って低製造コストで微細パターンの転写が行える。

【0010】請求項2に記載の発明は、光の波長以下の微細な凹凸からなるパターンを備えた転写体を用いて、該転写体のパターンを半導体ウエハに塗布した半固体材料に押圧して該半固体材料に凹凸パターンを形成し、該凹凸パターンをマスクとして前記半導体ウエハにエッチング加工を行う工程を含むことを特徴とする半導体LSIの製造方法である。

【0011】上記本発明によれば、半導体LSIのパターン形成のために用いられるマスクに相当するものが、微細な凹凸を有する転写体であり、この転写体をレジストなどの半固体材料に押圧することにより、スタンピングによりパターンの転写が可能であるので、極めて簡単に微細パターンの転写が行える。そして、転写後は半固体材料（レジスト）をマスクとして、高速原子線等のビームを照射することにより、アスペクト比の高い半導体ウエハの加工を行うことができる。

【0012】請求項3に記載の発明は、エバネッセント場を用いて形成された記録信号ピットを備えたことを特徴とする光情報記録ディスクである。

【0013】上記本発明によれば、エバネッセント場を

用いて形成された記録信号ピットを記録媒体上に備えているので、この記録信号ピットは光の波長以下のサイズとすることができる。これにより、記録媒体の情報記録密度を格段に向上させることができる。

【0014】請求項4に記載の発明は、光の波長以下のサイズの光の透過又は反射特性が異なるパターンを備えた記録基板と、該記録基板に光線を入射する光源と、前記記録基板のパターン面に対向して配置された検出部とからなることを特徴とする光情報記録装置である。

【0015】上記本発明によれば、光の波長以下のサイズのパターンを記録基板が備えているので、その記録基板には従来の記録媒体に対して飛躍的に向上した情報量を蓄積することができる。そして、その記録基板に光線を入射し、記録基板のパターン面に対向して配置された検出部から光の透過又は反射特性によりパターンの有無を検出できるので、これにより、小型で大容量の静止型情報記録装置を構成することができる。このような情報記録装置によれば、可動部分がないので、故障の可能性が少なく、又騒音等の問題も生じない。

【0016】請求項5に記載の発明は、光ファイバの先端を光の波長以下に尖鋭化し、該先端部に近接して位置する磁性層を磁化するための磁場発生用コイルを備えたことを特徴とする光磁気情報記録用のヘッドである。

【0017】上記発明によれば、光ファイバの先端を光の波長以下に尖鋭化したヘッドを備えるので、エバネッセント場を介して光の伝達が行え、又先端部に近接して位置する磁性層を磁化するための磁場発生用コイルを備えるので、このコイルに流れる電流により生じる磁場と併せて、記録媒体の磁性層に情報の書き込み及び読み出しを行うことができる。これにより、光の波長以下のサイズの微小領域に磁化の方向による情報の記憶層を形成することができ、これにより記録密度を格段に向上させることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しながら説明する。

【0019】上述したように、光の波長以下（特に0.1 $\mu$ m以下のパターン）の寸法のパターンサイズの半導体LSIの製造技術は未だ確立されておらず、例えばレジストのパターン形成についても困難な状況にある。即ち、半導体製造技術で一般に使用されているホトリソグラフィでは、上述したように光の波長程度の寸法が限界となる。即ち、光の波長限界の問題がない電子線露光技術では、一筆書きのような方式になるので、時間がかかりすぎ量産性には問題があり、その結果コスト高となる。又、X線を用いた露光方式においては、同様に光の波長限界の問題がないので、原理的には高精度のパターンが形成できるが、実際には設備上の問題も多く、量産のラインに取り入れることは困難である。又、エッチング加工においても、プラズマを用いた加工では、エネル

ギー粒子の方向性が悪いことと、レジスト材料が絶縁物であるために局所的な電位分布の不均一が形成され、良好な加工特性が得難いという問題がある。

【0020】図1は、本発明の一実施例の光露光装置の概略を示す図である。導波路11には、その一部に近接場露光パターンを備えたマスク12が固定されている。そして導波路11の入力側の端面11aには、光源13が接続され、光源13で発生する光が導波路11内を伝達するように、入射面である端面11aに接続されている。

【0021】ここで導波路11は、図示するように平板状であり、その上面と下面で全反射条件を満足するように反射条件が設定されている。例えば、入射面11a及び近接場露光パターンを備えたマスク12の両部分を除いて、その全面が金属膜により被覆されている。即ち、導波路11は、石英ガラス、或いは透光性のポリイミド樹脂等の光透過性材料から構成され、その光の入出力面を除いて、Cr、Al、Ag、Au等の金属膜により被覆されている。従って、入射面11aより入射した光線は、導波路11内の光透過性材料内に閉じこめられることになる。

【0022】尚、導波路11は、その全面を金属膜で被覆することに代えて、光透過性材料をコア及びクラッド材により構成し、そこで全反射条件を満足するように構成してもよい。又、導波路11を光透過性材料で構成し、その側面のみを金属材で被覆し、導波路の上面及び下面を大気とし、光透過性材料の屈折率を適当に選択することにより、全反射条件を満足するようにしてもよい。いずれにしても、入射面11aより入射した光は、導波路11内に閉じこめられ、近接場露光パターンを備えたマスク12に他の物体が極めて近接し、そこにエバネッセント場が形成されることにより、導波路内に閉じこめられた光線が外部に伝搬することになる。

【0023】これにより半導体ウエハにレジストを塗布し、このレジスト面を近接場露光パターンを備えたマスク12に密着させるか、又は光の波長以下に近接させることにより、半導体ウエハ上のホトレジストに微細パターンの転写パターンを形成することができる。そして、現像を行うことによりホトレジストのパターンを形成し、これをマスクとしてプラズマエッチング等により半導体ウエハ上の酸化膜等をエッチングし、これにより光の波長以下の微細パターンを形成することができる。

【0024】尚、エッチングに際して平行平板型の高速原子線源を用いた高速原子線の照射により、アスペクト比の高いエッチング加工を行うことができる。又、上述の露光装置は、エバネッセント場を使用した露光装置の一例を示すもので、露光装置としては、必ずしも導波路を用いる必要もなく、近接場露光パターンを備えたマスク12の直上部に光源を配置するようにしたものでもよい。

【0025】図2は、近接場露光パターン部分の拡大断面図を示す。導波路11の下面には近接場露光パターンを有するマスク12を備え、この近接場露光パターンは一例として幅が50～100nm程度の微細な凹凸により形成されている。この微細な凹凸の凸部の高さは同様に数十nm程度である。そして、導波路11内に光線が閉じこめられている状態で、基板15上にホトレジスト16を塗布した表面を近接場露光パターンマスク12に当接させるか、又は例えば数十nm程度に近接させると、そこにエバネッセント場17が形成される。そして、エバネッセント場17は、電磁場であり、導波路11内に閉じこめられた光線を伝達し、ホトレジスト16のエバネッセント場17に対応した部分16aを露光する。この露光された部分16aは、近接場露光パターンマスク12の凸部の線幅に対応するので、これにより導波路11内に閉じこめられた光の波長と無関係に、近接場露光パターンの寸法で決まってくる光の波長以下の微細なサイズのパターンをホトレジスト16に露光することができる。従って、通常の光リソグラフィの手法により、これを現像してホトレジストのパターンを形成し、これをマスクとして基板15をエッチングすることにより、基板15に光の波長以下の寸法の線幅を有するパターンを形成することができる。

【0026】図3は、エバネッセント場の特性を示す図である。(a)は、近接場露光パターンの凹凸を示す。近接場露光パターンの凸部12aの幅dに対して、基板15上に塗布されたホトレジスト16の表面との距離をLとすると、(b)に示すように、 $L/d$ の比が1よりも小さくなると、急激に光線がホトレジスト16側に伝達される。これにより、ホトレジストの露光が可能となる。そして $L/d$ の比が大きくなる、即ちホトレジスト16の表面が近接場露光パターンの凸部12aから離隔すると、急激に光の伝達率が低減する。従って、近接させることにより、光の波長以下の微細サイズのパターンの転写が可能となる。

【0027】図4は、本発明の他の実施例の半導体LSIの方法を示す。これは光の波長以下の微細な凹凸を有する転写体を用いて、これを直接半導体ウエハ上のレジストに転写するものである。(a)に示すように、光の波長より小さいサイズの微細パターンを備えた転写体19を準備する。この転写体19は例えば金属で構成されており、転写の対象となる凹凸のパターンは、光の波長以下の例えば数十nmの幅及び数十nmの深さを有する凹凸パターンである。被転写体15には、その表面にレジスト16が塗布されている。尚、転写体19は、例えばAl、Ni、Ag、Au、W、Mo、SUS、黄銅等の金属材料の他に、又はSi、SiO<sub>2</sub>、Ni-P、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)、ガラス、石英ガラス等の無機材料、プラスチック、フッ素含有プラスチック、ポリイミド、PMMA等の樹脂材料であってもよ

い。又、レジストの代えて熱重合性材料等の半固体性材料であり、微細な凹凸面に当接することにより凹凸パターンを転写でき、加熱（冷却）により、エッチング時のマスクとして加工耐性が得られるものであればよい。

【0028】そして、(b)に示すように、転写体11の凹凸のパターン12を、被転写体13の表面に塗布されたレジスト15に密着させ、力Fを加え加圧する。これにより転写体の微細な凹凸パターンに対応した転写パターンである、凹凸パターン16aがレジストに形成される。レジスト等の高分子材料においては、転写時にはその材料の粘度或いは硬度が大きく加工精度に影響する。例えば粘度が低すぎると転写形状が崩れやすく、又高すぎると角部が丸くなり、アスペクト比の高い加工が困難になり、適切な状態に制御することが微細パターンの形成には重要である。

【0029】(c)は、転写体19をレジストパターン16aから分離した状態を示す。そしてポストベイク等の処理を行い、レジストの加工耐性を高める。そして、(d)に示すように、高速原子線Bの照射を行う。高速原子線Bは、電気的に中性な粒子線であり、特に平行平板型の高速電子線源を用いることにより直進性の高いビームが得られ、高いアスペクト比で半導体ウエハ15の表面のエッチング加工を行うことができる。

【0030】これにより光の波長以下の寸法のパターンを、完全に効率よくレジスト16に転写することが可能であり、このレジストの転写パターン16aをマスクとしてエッチング加工を行うことにより、半導体ウエハ15上の絶縁膜或いは導電材料、又はウエハ自体のエッチング加工を行うことができる。上述したように係る手法によれば、露光設備が不要となるため、設備コストも大幅に低減することが可能である。

【0031】図5及び図6は、半導体LSI、特にDRAMの部分断面構成の一例を示す。図5において、符号20はキャパシタ部を示し、多結晶シリコン膜22とシリコン基板23との間に薄い酸化膜24が間挿され、キャパシタ部20を構成している。トランジスタ部21は、シリコン基板23に設けられたソース・ドレインの拡散層26、26の間に、薄い酸化膜24を介して多結晶シリコン層からなるゲート電極24が配設され、これによりnチャネルMOSFETが構成されている。そして、アルミ等の金属材料からなる電極配線層27が、コンタクト開口28を介して、基板のn<sup>+</sup>型拡散層26に接続されている。このような半導体の構造において、特に寸法サイズの微細化が要求されているのは、まずゲート電極24の幅、薄い酸化膜層24の厚さ、及びコンタクト開口28の幅などである。これらの寸法は、特に光の波長限界以下の、0.1μm以下程度とすることが好ましい。

【0032】図6は、他のDRAMのセル構造を示す図である。この実施例においては、キャパシタ部20が、

トランジスタ部21の上側に配置された縦型のセル構造を示している。即ち、キャパシタ部20は、上側電極31と下側電極32との間に、絶縁膜33がサンドイッチ状に挟まれ、これによりキャパシタ20が構成されている。トランジスタ部21の構成は、概略図5に示すものと同様である。この実施例においては、ワードシャント線34が絶縁膜35上に配設されている。

【0033】半導体LSIのパターンの線幅は、年々縮小される傾向にあり、1Gbメモリの最小線幅は、0.2μm程度であると予測され、その後も更に微細な線幅になると考えられる。又最小線幅の縮小と共に、図6に示すようにアスペクト比の高い加工が要求され、近い将来にアスペクト比5以上のエッチング深さを有する加工が要求されるものと考えられる。

【0034】高いアスペクト比のエッチング加工に、高速原子線を用いると大変効果的である。従来のプラズマ加工では、被加工部への電荷の蓄積という問題があり、例えば絶縁膜などがチャージアップにより破壊されてしまうという場合がある。特にメモリ素子などでは薄い絶縁膜にエッチング加工を施す必要があるが、その際チャージアップにより絶縁破壊が生じると、リーク電流が増大し、キャパシタンス素子として正常に動作しなくなる。電気的に中性で、チャージアップの問題がなく、且つ直進性の高い高速原子線を用いることにより、電荷のチャージアップによる損傷という問題を生じることなく、高いアスペクト比を有するエッチング加工が簡単に実現できる。従って、上述の近接場露光技術又はスタンプ転写技術を用い、レジストパターンを形成し、これをマスクとして高速原子線でエッチング加工を施すことが、微細な且つ高アスペクト比の加工技術として有効であると考えられる。

【0035】このような加工が可能となれば、論理LSIにおいては、回路の超微細化が可能となるので、集積密度の向上、及び動作速度の高速化が予想される。又メモリにおいても、単位面積当たりの記憶容量が飛躍的に増大するため、高性能のメモリ素子を実現できる。又、マイクロプロセッサにおいても、メモリ素子部分と論理回路部分とから構成されているので、上述と同様にその処理能力の格段の向上が期待される。

【0036】次に、光磁気ディスク装置の記録媒体及びヘッドに関する発明について説明する。

【0037】図7は、光ディスク装置の記録媒体のマスタディスクの製造方法を示す。この実施例の場合には、光の波長以下の微細なサイズの凹凸パターンを備えた近接場露光用のマスク40が既に存在していることを前提としている。そしてこの近接場露光用のマスク40を例えば図1に示す露光装置11に装着し、光源から光線を供給することにより、露光を行う。マスタディスク41は、例えば金属材より構成されており、この上にレジスト42が塗布されている。そして、このレジスト42の

面を上述した近接場露光マスクの面に密着させるか、又は光の波長以下に近接して配置し、光源より光線を入射することにより、エバネッセント場43が生じてマスク40に形成されたパターンに従って、レジストが感光する。そして、この状態を(b)に示す。図中、符号42aはレジストの感光部分を示す。更に、現像によりレジストの未感光部分を除去し、ポストベイクを行うことにより加工耐性を高め、(c)に示すように、高速原子線Bの照射を行う。これによりレジスト42aがマスクとなり、マスタディスク41の表面に微細な凹凸パターン41aが図(d)に示すように形成される。高速原子線は、直進性が高く、しかも中性の粒子線であるので、アスペクト比の高いエッチング加工を行うことができる。これにより光ディスク装置の記録信号(ビット)がマスタディスク41の表面に形成される。このビットの最小寸法、又はトラック幅の最小寸法は、光の波長より小さい、特に $0.1\mu\text{m}$ 以下のパターンを形成することができる。

【0038】図8は、光ディスクの記録媒体の製造方法の一例を示す。(a)に示すように、上述のように製作したマスタディスク41を微細な凹凸パターンを上側に向けて配置し、その上に水溶性の薄膜44をごく薄く塗布する。そして、(b)に示すように、その上に熱可塑性の材料を流し込む。そして、(c)に示すようにローラ46を用いて押圧し、微細パターンの隅々にまで熱可塑性材料45が行きわたるようにする。そして、(d)に示すように、容器47に入れられた水48中に浸漬することにより、水溶性の薄膜44が水に溶解することにより、マスタディスク41から離型する。これにより(e)に示すように、光の波長以下の記録信号(ビット)を備えた光ディスク(記録媒体)45aが完成する。この方法によれば、マスタディスクから光の波長以下の記録信号(ビット)を形成した光ディスク(記録媒体)を、極めて簡単に且つ大量に生産することができる。

【0039】上述の工程においては、(a)の工程において、マスタディスクの表面に極めて薄い離型層を設けておき、(d)の工程で離型する際に、この離型層を水溶液等により溶解することにより、離型を容易にすることができ、これにより微細な記録パターン(ビット)の損傷等の問題を防止することができる。しかしながら、マスタディスクと光ディスク(記録媒体)との離型性に問題がなければ、(a)、(d)の工程は必要がなく省略することができる。又、上述の熱可塑性材料の流し込みとローラによる押圧に代えて、射出成形材料を用いて、モールドイングにより形成するようにしてもよい。

【0040】尚、マスタディスクの製作は、近接場露光マスクを用いて、そのマスクのパターンを転写することにより形成する例について説明したが、電子線又はエックス線リソグラフィ技術と高速原子線加工を用いて記録

信号パターン(ビット)をマスタディスクに直接形成し、その最小寸法又はトラック幅を光の波長より小さく成形するようにしてもよい。

【0041】係る光ディスクの信号の読み取りに用いるヘッドとしては、図9に示すように、ヘッド50の先端を符号50aに示すように光の波長以下の寸法とすることにより、光検知器50bを備えたものを用いることが好ましい。これによりエバネッセント場を介して、光の波長以下の記録パターン(ビット)の有無により、光ディスク45aの記録情報を読み出すことができる。又、図10に示すように、記録パターンは、記録媒体上に形成された凹凸パターンに限らず、基板49の表面に光の照射により材料に相変化を起こさせ、この相変化の有無により、凹凸(ビット)に代えてもよい。尚、この記録媒体は、基板49に金属からなる反射膜49aと、透明な保護膜49bにサンドイッチ状に挟まれたGe-Te-Sb等からなる相変化層49cが形成されており、この相変化層49cの光の透過/反射により情報を記録する。

【0042】このような微細開口を有するヘッド50は、例えば石英ガラス、又は樹脂材にレジストを塗布し、電子線の直接描画により光の波長以下のサイズの微細パターンを形成し、これをマスクとして高速原子線を用いて深いエッチング加工を行うことにより形成できる。

【0043】図11は、複数のトラックを一度に読めるヘッドを示す。このヘッド51は、エバネッセント場を介して光りの伝達が可能なヘッド51aを複数個並列に配置したものである。従って、このヘッド51を用いることにより、光の波長以下の、例えば、数十nm程度の大きさの記録信号パターン(ビット)を複数のトラックについて、同時に読み出すことができる。

【0044】図12は、光の波長以下のサイズの光の透過又は反射特性が異なるパターンを備えた記録基板61と、その記録基板に光線を入射する光源60と、パターン面に対向して配置されたセンサ部62とからなる光情報記録装置を示している。これは、記録基板61は、情報記録として幅50~100nm程度であり、その高さが10~30nm程度の微細な凹凸パターンを用いている。そして、センサ部の基板62は、同様に連続した微細な凹凸パターンを備え、この凸部が記録基板61に密着するか又は光の波長以下に近接して配置されている。

【0045】記録部の基板61は、情報の“1”、“0”が凹凸の凸部の有無に相当している。これに対して検出部の凹凸のパターンは連続的に形成されている。従って、センサ部の凸部に対して記録部の凸部が存在しているところは、信号“1”であり、凸部のない部分は信号“0”である。信号“1”の部分は、エバネッセント場63を介して光が伝達し、センサ部62を介して図示しない検出部において検出する。検出部は、例えばフ



ファイバの束を引き延ばして、先端部を先鋭化して光の波長以下のサイズとして、センサ部と接続することにより、エバネッセント場を介して光を伝達して信号の有無を検出できる。

【0046】係る情報の記録装置によれば、センサ部62と記録部61とがその位置が相対的に固定されており、機械的な可動部分がない。このため、この記録装置によれば光の波長より小さい寸法のパターンによる信号強度を簡便に検出でき、超高密度の且つ静止型の情報記録読み出し装置を実現することができる。

【0047】尚、図示する装置は、記録部の基板の裏面側から光線が入射し、センサ部の基板と同様に裏面側から信号出力を取り出すようにしているが、センサ部の裏面側から記録部に対して信号を入力し、その反射出力をセンサ部で検出するようにしてもよい。更に、記録部の基板の裏面側に光反射膜を用いるようにしてもよい。これにより微弱なエバネッセント場を介した光信号の伝達を、よりコントラストの高いものとすることができる。

【0048】コンパクトディスク(CD)、レーザディスク(LD)、デジタルビデオディスク(DVD)等の光信号の強度変化を記録・再生する装置においては、記録部のディスクにビットと呼ばれる光信号強度の変化を発生させる部分がある。デジタルビデオディスク(DVD)では、青色レーザ光(波長458nm)やクリプトンイオンレーザ光(波長351nm)を用いて、最小ビット長0.4 $\mu$ m、ビット幅0.3 $\mu$ mを実現している。そしてこの光強度変化をレーザとレンズ系を用いた検出部よりなる検出装置により検出している。従来、これらの装置においては記録部を有するディスクが回転して一つの信号検出部がシリアルに光信号のビットの有無を読みとる方式を用いている。

【0049】これらの記録媒体においては、マスタディスクの作成には、通常ホトリソグラフィ技術が用いられている。即ち、従来の技術においては、母型マスタディスクの製作にレーザ露光技術を用いてビットパターンを形成し、その部分にNiメッキ及び電鍍により母型のマスタディスクを製作する。そして、マスタディスクから射出成形によりCD、LD、DVD等の市販用のディスクを大量に製作している。

【0050】光磁気記録装置においては、情報の記録と消去は、磁性層を加熱することにより、キュリー点の温度以上になると磁性材料の磁化(スピン)の向きがランダムとなり、冷却時に外部磁界を印加して磁化を行う。加熱温度は、局所的に400℃以上になる。再生時には、記録された磁性層は、光と磁化との相互作用(カーファラデー効果)により、回転された偏光成分を検出して読み出しを行う。従って、ヘッドのレーザ反射光検出部には、偏光成分の検出器を用いている。

【0051】図13は、光磁気ディスク装置のヘッド部の構成を示す図である。このヘッド66は、その先端に

光の波長以下の開口67を設け、その先端部に近接して位置する記録媒体69の磁性層69aを磁化するための、磁場発生用コイル68を備えている。これにより開口67を介して入射される光線によるエバネッセント場63と磁性層69aの相互作用により、磁性層69aにおいて光の波長より小さい領域(軸)に磁化を制御して行うことができる。又、逆に磁化の方向の差により変化する入射光の光量の検出を行うことにより、情報の読み出しを行うことができる。

【0052】記録媒体は、上述したようにディスクを構成する基板69に磁性層69aが配設され、その上に保護層70が形成されている。保護層70には微細な凹凸が設けられており、ヘッドとディスクとの間隔が50nm以下となるようにして、且つ凹凸によりヘッドの摺動面に対する摩擦抵抗を低減している。

【0053】又、磁性層69aは、1ビットに対応させて、1ビット毎に断続的にディスク基板上に形成するようにしてもよい。これにより検出信号のコントラストを高め、より明瞭にすることができる。

【0054】尚、以上に光の波長以下の微細パターンの転写を、半導体LSIの製造及び光(磁気)ディスク装置の製造に利用する場合の種々の実施例について説明した。しかしながら、上述の各実施例は、本発明の実施の一態様に過ぎないもので、本発明の趣旨を逸脱することなく、種々の変形実施例が可能なことは、勿論である。

【0055】

【発明の効果】以上に説明したように総じて本発明によれば、エバネッセント場を利用することにより、光の波長以下の微少サイズのパターンを形成することが可能となり、これにより半導体LSIの製造にこの技術を適用することにより、その集積度の格段の向上及び特性の向上が期待でき、同様に光(磁気)ディスク装置に適用することにより、同様に記録密度の格段の向上を期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の光露光装置の概要を示す図である。

【図2】図1の要部を示す図である。

【図3】エバネッセント場を利用した光の伝達を説明する図である。

【図4】本発明の一実施例の半導体LSIの製造方法を示す図である。

【図5】DRAMの断面構成の一例を示す図である。

【図6】DRAMの他の断面構成例を示す図である。

【図7】本発明の一実施例の光ディスク装置の記録媒体のマスタディスクの製造方法を示す図である。

【図8】本発明の一実施例の光ディスク装置の記録媒体の製造方法を示す図である。

【図9】本発明の一実施例の光ディスク装置の読み取りヘッドを示す図である。

【図10】図9の変形例の読み取りヘッドを示す図である。

【図11】図9の更に他の変形例の読み取りヘッドを示す図である。

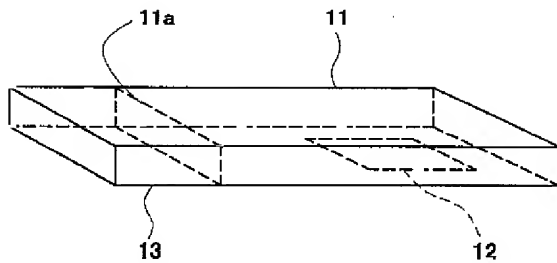
【図12】本発明の一実施例の光記録装置の概要を示す図である。

【図13】本発明の一実施例の光磁気ディスク装置の読み取りヘッドの構成を示す図である。

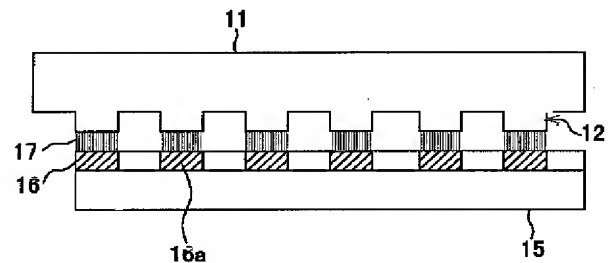
【符号の説明】

- 11 導波路（露光装置）
- 12 近接場露光パターンを備えたマスク
- 13 光源
- 15 基板（半導体ウエハ）
- 16 ホトレジスト
- 16a ホトレジストの露光部分
- 17 エバネッセント場

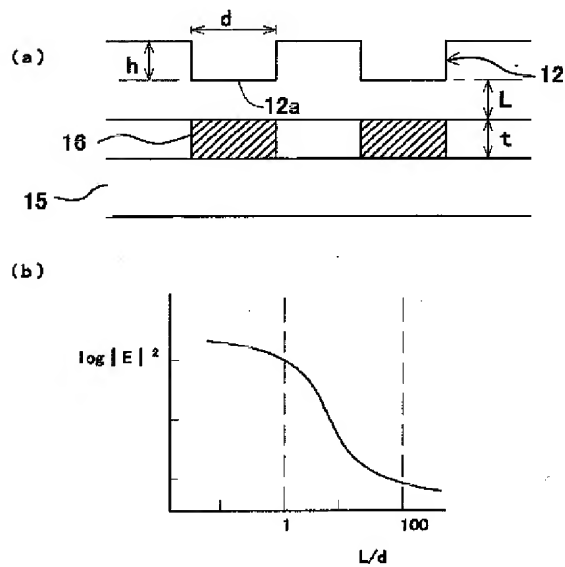
【図1】



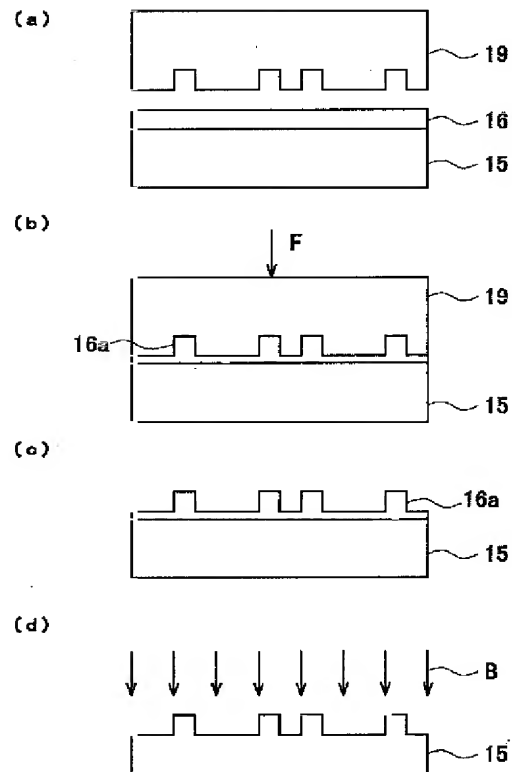
【図2】



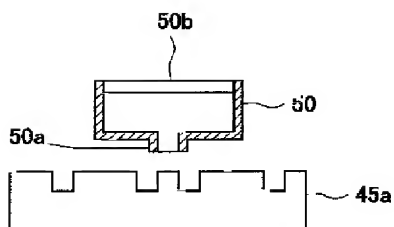
【図3】



【図4】

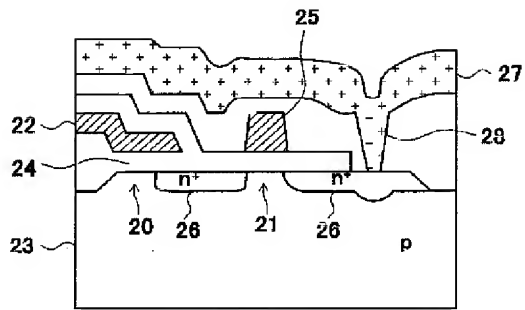


【図9】

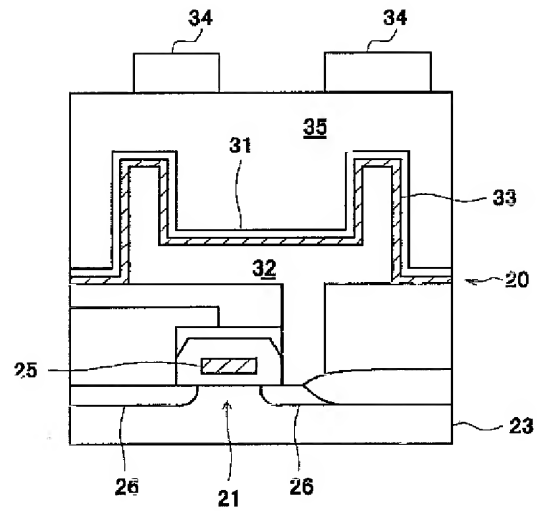




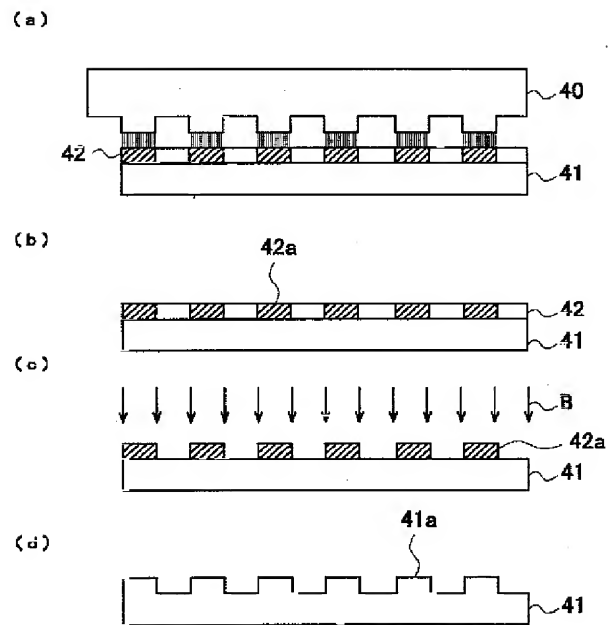
【図5】



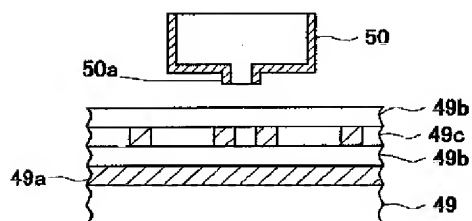
【图 6】



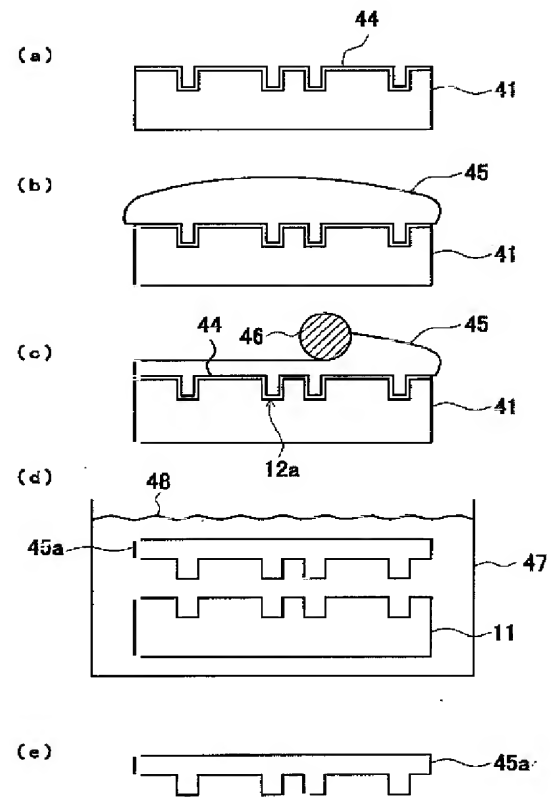
【図7】



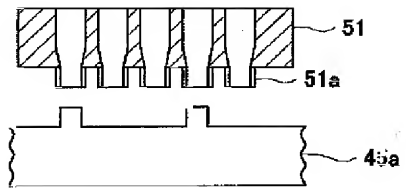
【例 10】



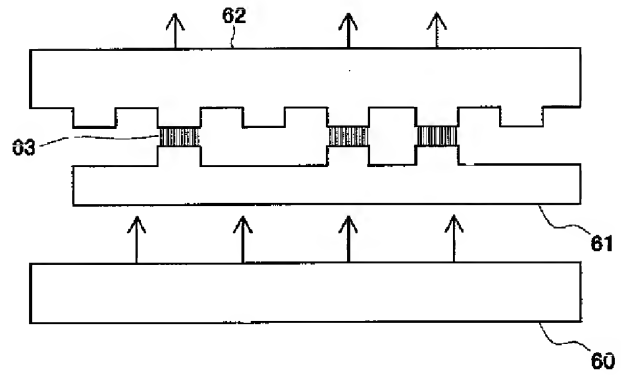
【図8】



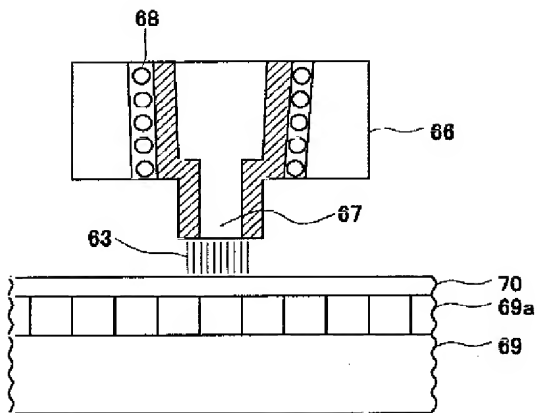
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 佐竹 徹  
神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株  
式会社荏原総合研究所内

(72)発明者 畑村 洋太郎  
東京都文京区小日向2-12-11  
(72)発明者 中尾 政之  
千葉県松戸市新松戸4-272 D-805